

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07307268  
PUBLICATION DATE : 21-11-95

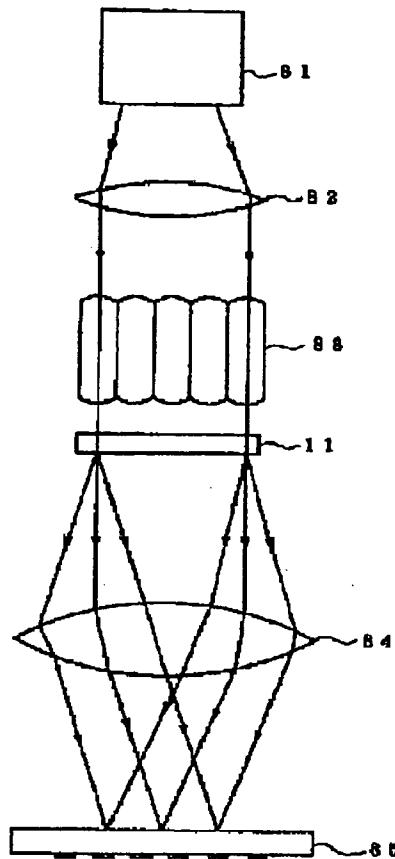
APPLICATION DATE : 13-05-94  
APPLICATION NUMBER : 06099816

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : TANABE YASUYOSHI;

INT.CL. : H01L 21/027 G03B 27/32 G03F 7/20

TITLE : OPTICAL DEVICE FOR ILLUMINATION



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce reflected light from a substrate through a simple method by forming a part or the whole illumination light in inclined light to a specified region and forming the polarized light of inclined light in linearly polarized light contained in the plane of incidence of inclined light.

CONSTITUTION: Beams emitted from a KrF excimer laser beam source 81 changed into a narrow zone are linearly polarized. The beams are projected to a fly's eye lens 83 through a collimator lens 82. A mask 85 is irradiated with polarized and rotated beams in the plane of incidence by a spatial filter 11 placed at the rear of the fly's eye lens 83 through a condenser lens 84. The polarized light of illumination light is formed in p-polarized light to the plane of incidence. Accordingly, reflected light from a substrate can be reduced remarkably and simply without using an antireflection film and a die-containing resist.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] An illumination optical device which illuminates a predetermined region on an object uniformly by illumination light from an illumination-light study system, comprising:  
A means which makes tilted light a part or the whole of said illumination light to said predetermined region.

A means which makes polarization of said tilted light linear polarization included in an entrance plane of said tilted light.

[Claim 2] The illumination optical device according to claim 1, wherein polarization of illumination light is P polarization to incident planes.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Industrial Application]**This inventions are manufacturing processes, such as an integrated circuit or a liquid crystal display element, and relate to the illumination optical device which are some exposure devices used for transfer of a circuit pattern.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]**In the exposure process of an integrated circuit or a liquid crystal display element, it transfers to the resist which applied the circuit pattern on a mask on the substrate using the exposure device. Since semiconductor devices have three-dimensional structure, a level difference exists in a substrate in many cases. Since it reflects in an oblique direction, the problem that it will be exposed to the portion which shaded with the mask produces the light which entered into the substrate step part. If the reflectance of a substrate is large even when a substrate is superficial, resist shape will deteriorate under the influence of a standing wave. In order to solve these problems conventionally, the method of stretching an antireflection film on a substrate is known. the resist containing a die -- \*\*\*\* -- the method of reducing the light which reaches a substrate by things is also known.

**[0003]**

**[Problem(s) to be Solved by the Invention]**Since contamination of a substrate is produced depending on a process, the method of using an antireflection film may be unable to be used. There is also a problem that the man day for stretching an antireflection film will increase. In order to reduce greatly the light which reaches a substrate using the resist containing a die, it is necessary to enlarge the absorptivity of resist. As a result, the problem which is vertical and it is lost occurs.

**[0004]**The purpose of this invention solves the above-mentioned problem, and there is in providing the illumination optical device used for the exposure device which reduces the catoptric light from a substrate by a simple method.

**[0005]**

[Means for Solving the Problem] An illumination optical device whose this invention is characterized by that an illumination optical device comprises the following and which illuminates a predetermined region on an object uniformly by illumination light from an illumination-light study system.

A means which makes tilted light a part or the whole of said illumination light to said predetermined region.

A means which makes polarization of said tilted light linear polarization included in an entrance plane of said tilted light.

[0006]

[Function] The illumination light is diffracted with the pattern on a mask. If a mask pattern becomes detailed, an angle of diffraction will become large. For this reason, as shown in drawing 2 (a), in order that only the zero order light 25 may pass the projection optical system 27 in the direct incidence illumination light 21, an image is not formed on the wafer 28. On the other hand, in order that the primary [+] light 26 or the primary [-] light 24 may pass a projection optical system in addition to zero order light 25 in the case of the oblique incidence illumination light 29 like drawing 2 (b), an image is formed on the wafer 28.

[0007] Then, two kinds of things shown in drawing 3 (a) and (b) as a secondary light source of an illumination-light study system are considered.

[0008] Since the openings 31 and 32 are separated from the center of the secondary light source 30, the illumination light enters from an oblique direction to a mask. The position of an opening is equivalent to the portions of  $\sigma=0.5 - 0.6$ , when expressed with the coherent factor  $\sigma$  usually used. The difference between drawing 3 (a) and drawing 3 (b) is in the polarization direction of the illumination light. Although the light which passes the opening 31 is P polarization to incident planes in drawing 3 (a), the light which passes the opening 32 is S polarization to incident planes in drawing 3 (b).

[0009] The mask of drawing 4 is irradiated with such illumination light, and the electric-field-strength distribution 51 when image formation is carried out to the resist film 52 on Si substrate 53 which had a level difference according to the projection optical system is shown in drawing 5 and drawing 6. The level difference direction is arranged in the direction which intersects perpendicularly with the incident planes of the illumination light so that the influence of reflective may become the largest. Drawing 5 corresponds to P polarization and drawing 6 supports S polarization. The width of the shade part 23 on the mask of drawing 4 and the area pellucida 41 is 0.2 micrometer when it projects on a wafer. The numerical aperture of illumination light of KrF excimer laser light (wavelength of 248 nm) and a projection optical system is 0.6. Resist reacts to an electric field and it is known that a magnetic field will not contribute to sensitization of resist. If the electric-field-strength distribution in resist is seen, by P polarization, it will not have invaded to catoptric light invading to a shaded part in S polarization. For this reason, if the illumination-light study system of drawing 3 (a) is used, the influence of substrate reflection can be reduced.

[0010]The reason which such a phenomenon produces is explained below. It is known that the reflectance of light changes greatly with polarization conditions. For example, if light is entered into a medium without absorption by a brewster's angle, the reflectance of P polarization will be set to 0. Since a semiconductor substrate generally absorbs light, a brewster's angle does not exist, but when light enters aslant, the reflectance of P polarization becomes much smaller compared with S polarization. The result of having calculated the reflectance in the interface of resist (the refractive index  $n=1.76$ , absorption index  $k=0.012$ ) and Si ( $n=1.41$ ,  $k=3.35$ ) concretely is shown in drawing 7. The refractive index used for calculation is a value in the wavelength of  $\lambda=248\text{ nm}$  of a KrF excimer laser. The reflectance of P polarization of an incidence angle near 60 degrees has fallen in the half grade of S polarization. Since the direction of an induced current and the direction of an electric field which are produced in an interface are in agreement as physical explanation in S polarization, a big induced current arises, and reflectance becomes large, but since it is not in agreement in P polarization, it becomes difficult to produce an induced current and reflectance falls. Calculation of the reflectance of drawing 7 corresponds, when light enters into a superficial substrate from an oblique direction, but if direction of an induced current is taken into consideration also in the case of a substrate with a level difference, the same phenomenon will arise.

[0011]

[Example]The 1st example of the illumination optical device of this invention is shown in drawing 8. Linear polarization of the light which came out of the narrow-band-ized KrF excimer laser light source 81 is carried out. This light enters into the fly eye lens 83 through the collimating lens 82. The light by which polarization rotation was carried out into incident planes with the spatial filter 11 placed behind the fly eye lens 83 illuminates the mask 85 through the condensing lens 84. The plan of the spatial filter 11 is shown in drawing 1. 1 / 2 $\lambda$  boards 12, 13, and 14 are inserted in the small opening corresponding to the fly eye lens 83 so that a polarization direction may serve as linear polarization in each incident planes. If the spatial filter 91 shown in drawing 9 instead of the spatial filter 11 is used, resolution will improve by the effect of zona-orbicularis lighting. 92-95 in a figure are 1 / 2 $\lambda$  board.

[0012]Drawing 10 is the 2nd example of the illumination optical device of this invention. Linear polarization of the light which came out of the narrow-band-ized KrF excimer laser light source 81 is carried out. A plane of polarization rotates this light by passing along the polarization rotation element 101. The amount of polarization rotations is controlled by the polarization rotation control section 102. The laser beam is scanning the whole surface of the fly eye lens 83, or its part by rotating the reflectors 103 and 105 to direction crossing at a right angle by the rolling mechanisms 104 and 106 simultaneously, respectively. By doubling the timing of the polarization rotation control section 102 and the rolling mechanisms 104 and 106, it is controlled so that the illumination light from the fly eye lens 83 always turns into linear polarization in incident planes. As a combination of the

polarization rotation element 101 and the control section 102, 1 / 2lambda board, a rolling mechanism, etc. can be used, for example.

[0013]Although the KrF excimer laser was used as a light source in the above example, an ArF excimer laser, i line of a high-pressure mercury lamp, g line, X-rays, etc. can also be used instead. What is necessary is just to insert polarizing elements, such as a polarizing plate, between a light source and a polarization rotation element, when the light source is not polarizing. A substrate is also applicable not only to Si but all things, such as aluminum and SiO<sub>2</sub>.

[0014]

[Effect of the Invention]As explained in full detail above, according to the illumination optical device of this invention, not using an antireflection film or the resist containing a die, \*\* can also reduce the catoptric light from a substrate remarkably simple.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] The figure showing the 1st example of the spatial filter used for the illumination optical device which is the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The figure showing the direction of movement of the diffracted light by direct incidence lighting and oblique incidence lighting.

[Drawing 3] The figure showing the shape and the polarization direction of a secondary light source in oblique incidence lighting.

[Drawing 4] The mask which consists of a shade part and area pellucida.

[Drawing 5] The electric-field-strength distribution map in resist at the time of carrying out oblique incidence lighting by P polarization.

[Drawing 6] The electric-field-strength distribution map in resist at the time of carrying out oblique incidence lighting by S polarization.

[Drawing 7] The figure showing the polarization dependency of catoptric light.

[Drawing 8] The figure for explaining the illumination optical device which is the 1st example of this invention.

[Drawing 9] The figure showing the 2nd example of the spatial filter used for the illumination optical device which is the 1st example of this invention.

[Drawing 10] The figure for explaining the illumination optical device which is the 2nd example of this invention.

**[Description of Notations]**

11 Spatial filter

12, 13, and 14 1 / 2lambda board

21 Direct incidence illumination light

22 Glass substrate

23 Shade part

24 Primary [-] light

25 Zero order light

26 Primary [+ ] light

27 Projection optical system  
28 Wafer  
29 Oblique incidence illumination light  
30 Secondary light source  
31 and 32 Opening  
41 Area pellucida  
51 Electric-field-strength distribution  
52 Resist film  
53 Si substrate  
81 Laser light source  
82 Collimating lens  
83 Fly eye lens  
84 Condensing lens  
85 Mask  
91 Spatial filter  
92, 93, 94, and 95 1 / 2lambda board  
101 Polarization rotation element  
102 Polarization rotation control section  
103 and 105 Reflector  
104 and 106 Rolling mechanism

---

[Translation done.]

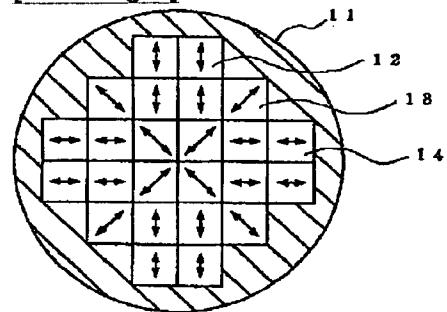
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

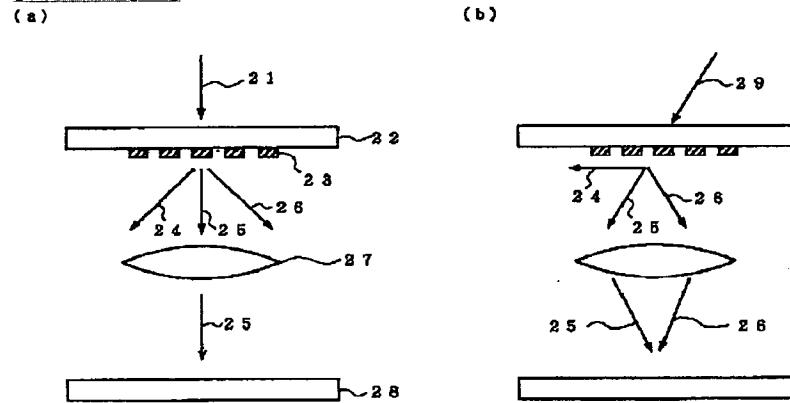
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

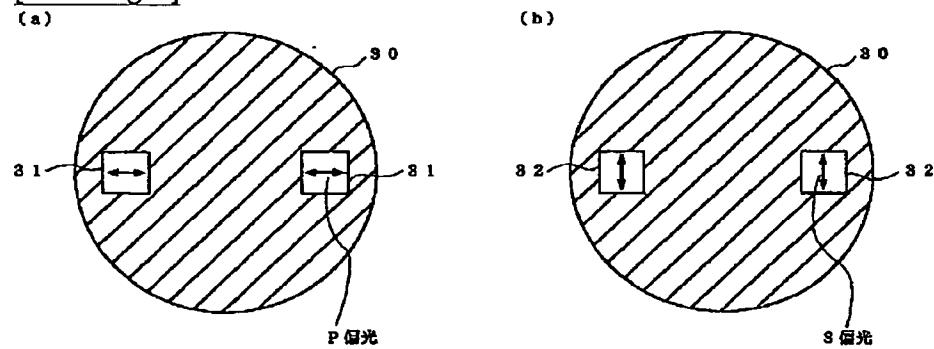
[Drawing 1]



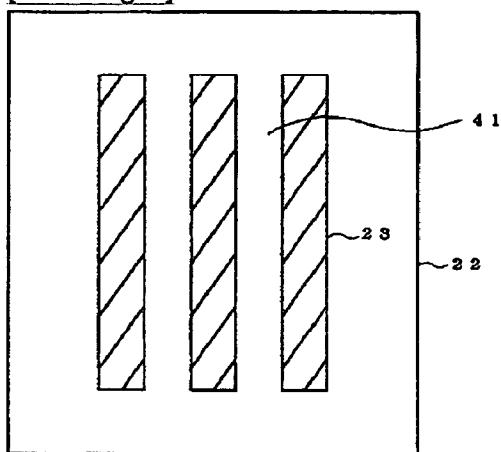
[Drawing 2]



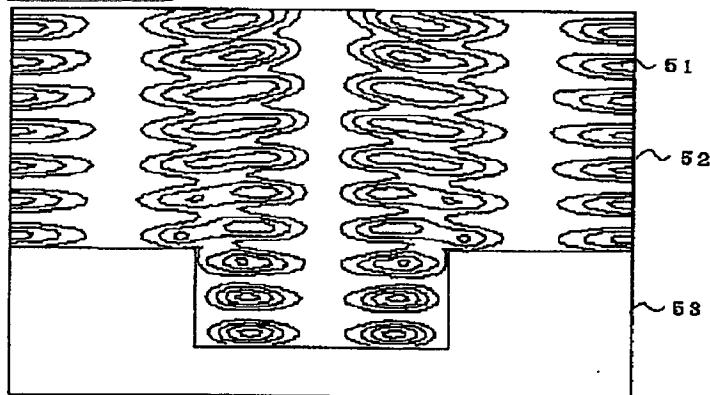
[Drawing 3]



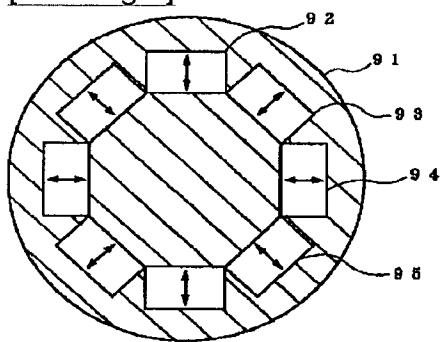
[Drawing 4]



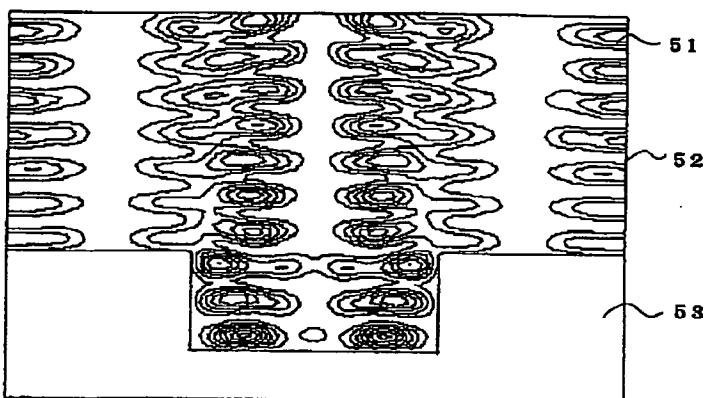
[Drawing 5]



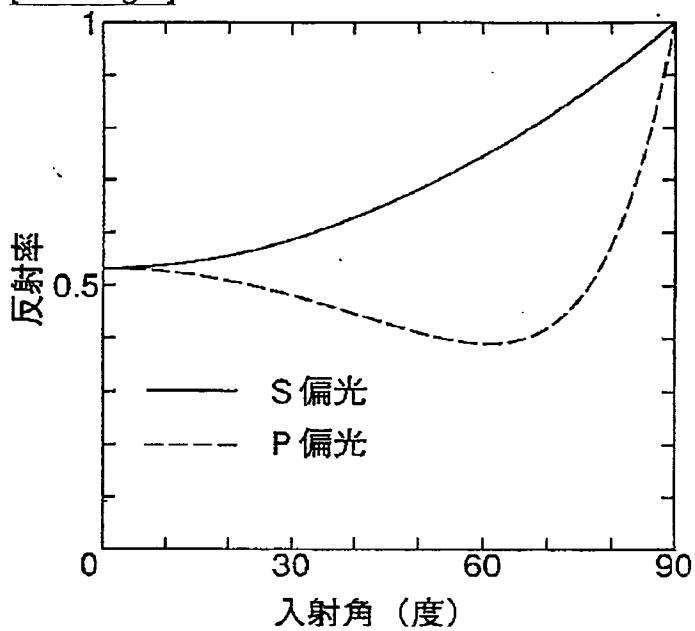
[Drawing 9]



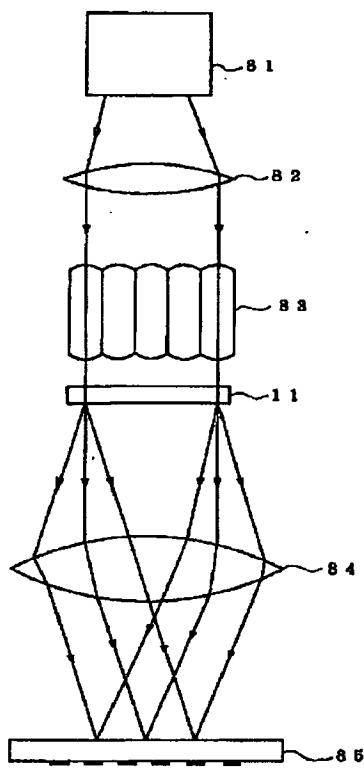
[Drawing 6]



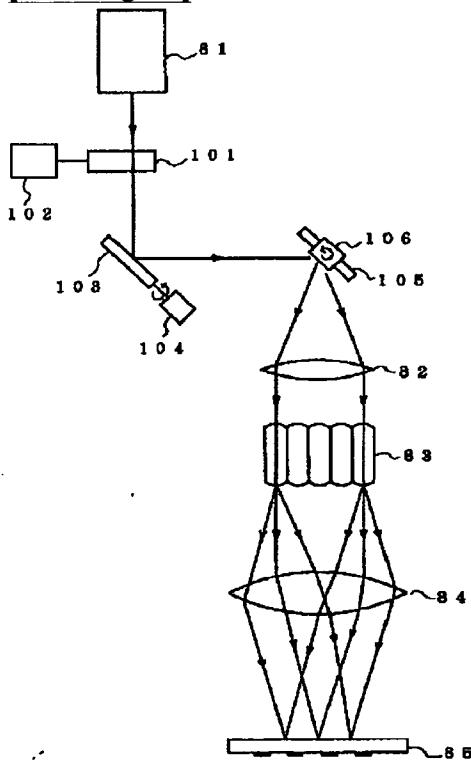
[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Drawing 10]



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-307268

(43)公開日 平成7年(1995)11月21日

(51)IntCl.<sup>6</sup>  
H 01 L 21/027  
G 03 B 27/32  
G 03 F 7/20

識別記号 庁内整理番号  
F I  
F  
5 2 1

H 01 L 21/30 5 2 7  
5 1 5 D  
審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平6-99816

(22)出願日

平成6年(1994)5月13日

(71)出願人 0XXXXX4237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 田邊 容由  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

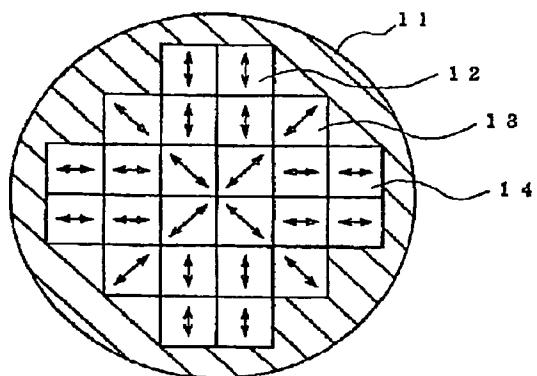
(54)【発明の名称】 照明光学装置

(57)【要約】

【目的】 露光工程において、基板からの反射光を簡便な方法で低減する。

【構成】 照明光の偏光を入射面内に含まれる直線偏光とする。

【効果】 基板からの反射率はS偏光とP偏光で異なる。基板に斜め方向から光が入射した場合、P偏光の反射率はS偏光より小さい。照明光の偏光を入射平面に対し常にP偏光とすることにより、基板反射の影響を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明光学系からの照明光により物体上の所定領域を均一に照明する照明光学装置において、前記照明光の一部あるいは全体を前記所定領域に対し傾斜光とする手段と、前記傾斜光の偏光を前記傾斜光の入射面内に含まれる直線偏光とする手段とを有することを特徴とする照明光学装置。

【請求項2】 照明光の偏光が入射平面に対しP偏光であることを特徴とする請求項1記載の照明光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体集積回路あるいは液晶表示素子等の製造工程で、回路パターンの転写に利用される露光装置の一部である照明光学装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路または液晶表示素子の露光工程では、露光装置を用いてマスク上の回路パターンを基板上に塗布したレジストに転写する。半導体素子等は立体的構造を持つため、基板には段差が存在することが多い。基板段差部分に入射した光は斜め方向に反射するため、マスクで遮光した部分まで露光されてしまうという問題が生じる。また、基板が平面的な場合でも基板の反射率が大きいと定在波の影響によりレジスト形状が劣化する。従来、これらの問題を解決するため、基板上に反射防止膜を張る方法が知られている。また、ダイ入りレジストを用ることにより、基板に到達する光を低下させる方法も知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 反射防止膜を用いる方法は、工程によっては基板の汚染を生じるため使用できない場合がある。また、反射防止膜を張るための工数が増えてしまうという問題もある。ダイ入りレジストを用いて基板に到達する光を大きく低下させるためには、レジストの吸収率を大きくする必要がある。この結果、レジストプロファイルが垂直で無くなってしまう問題が発生する。

【0004】 本発明の目的は、上記の問題を解決し、基板からの反射光を簡便な方法で低減する露光装置に使用される照明光学装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、照明光学系からの照明光により物体上の所定領域を均一に照明する照明光学装置において、前記照明光の一部あるいは全体を前記所定領域に対し傾斜光とする手段と、前記傾斜光の偏光を前記傾斜光の入射面内に含まれる直線偏光とする手段とを有することを特徴とする照明光学装置である。

## 【0006】

【作用】 照明光はマスク上のパターンにより回折される。マスクパターンが微細になると回折角が大きくな

る。このため、図2(a)に示すように直入射照明光21では0次光25しか投影光学系27を通過しないためウエファ28上に像が形成されない。これに対し、図2(b)のような斜入射照明光29の場合には0次光25以外に+1次光26または-1次光24が投影光学系を通過するためウエファ28上に像が形成される。

【0007】 そこで、照明光学系の2次光源として図3(a)、(b)に示される2種類のものを考える。

【0008】 開口部31および32は2次光源30の中から離れているため、照明光はマスクに対し斜め方向から入射する。開口部の位置は、通常用いられるコヒーレント因子 $\sigma$ で表した場合、 $\sigma = 0, 5 \sim 0, 6$ の部分に相当する。図3(a)と図3(b)の違いは照明光の偏光方向にある。図3(a)では開口部31を通過する光は入射平面に対しP偏光となっているが、図3(b)では開口部32を通過する光は入射平面に対しS偏光となっている。

【0009】 このような照明光を図4のマスクに照射し、投影光学系により段差を持ったSi基板53上のレジスト膜52に結像したときの電場強度分布51を図5および図6に示す。段差方向は反射の影響が最も大きくなる様に、照明光の入射平面と直交する方向に配置している。図5はP偏光、図6はS偏光に対応している。図4のマスク上の遮光部23および透明部41の幅は、ウエファ上に投影した場合に0.2μmとなっている。また、照明光はKrFエキシマレーザ光(波長248nm)、投影光学系の開口数は0.6である。レジストは電場に対し反応し、磁場はレジストの感光に寄与しないことが知られている。レジスト内の電場強度分布を見ると、S偏光では反射光が遮光部分まで侵入してしまうのに対し、P偏光では侵入していない。このため、図3(a)の照明光学系を用いれば、基板反射の影響を低減することができる。

【0010】 このような現象の生じる理由を以下に説明する。光の反射率は偏光状態により大きく異なることが知られている。例えば、吸収を持たない媒質にブリュースター角で光を入射すると、P偏光の反射率は0となる。半導体基板は一般的に光を吸収するのでブリュースター角は存在しないが、光が斜めに入射した場合、P偏光の反射率はS偏光に比べずっと小さくなる。具体的にレジスト(屈折率n=1.76、吸収係数k=0.012)とSi(n=1.41、k=3.35)との境界面での反射率を計算した結果を図7に示す。計算に用いた屈折率はKrFエキシマレーザの波長λ=248nmにおける値である。入射角が60度付近ではP偏光の反射率はS偏光の半分程度に下がっている。物理的説明としては、S偏光の場合には境界面で生じる誘導電流の向きと電場の向きが一致するため大きな誘導電流が生じ反射率が大きくなるが、P偏光の場合には一致しないため誘導電流が生じ難くなり反射率が落ちる。図7の反射率の計

3

算は平面的な基板に斜め方向から光が入射した場合に相当するが、段差を持った基板の場合にも誘導電流の向きを考慮すると同様な現象が生じる。

## 【0011】

【実施例】本発明の照明光学装置の第1の実施例を図8に示す。狭帯域化したKrfエキシマレーザ光源81を出た光は直線偏光している。この光はコリメータレンズ82を通りフライアイレンズ83に入射する。フライアイレンズ83の後ろに置かれた空間フィルタ11により入射平面内に偏光回転された光はコンデンサレンズ84を通りマスク85を照明する。空間フィルタ11の上面図を図1に示す。フライアイレンズ83に対応する小開口部には偏光方向がそれぞれの入射平面内で直線偏光となるように $1/2\lambda$ 板12、13、14がはめられている。空間フィルタ11の代わりに図9に示す空間フィルタ91を用いると輪帶照明の効果により解像力が向上する。図中の92～95は $1/2\lambda$ 板である。

【0012】図10は本発明の照明光学装置の第2の実施例である。狭帯域化したKrfエキシマレーザ光源81を出た光は直線偏光している。この光は偏光回転素子101を通ることにより偏光面が回転する。偏光回転量は偏光回転制御部102により制御される。また、同時に反射鏡103と105を回転機構104および106によりそれぞれ直交方向に回転することにより、レーザ光がフライアイレンズ83の全面あるいはその一部を走査している。偏光回転制御部102と回転機構104および106のタイミングを合わせることにより、フライアイレンズ83からの照明光が常に入射平面内で直線偏光となるように制御されている。偏光回転素子101と制御部102の組み合わせとしては、例えば $1/2\lambda$ 板と回転機構などを用いることができる。

【0013】なお、以上の実施例では光源としてKrfエキシマレーザを用いたが、ArFエキシマレーザ、高圧水銀ランプのi線、g線、あるいはX線などを代わりに用いることもできる。光源が偏光していない場合には、偏光板などの偏光素子を光源と偏光回転素子の間に挿入すれば良い。基板もSiに限らず、Al、SiO<sub>2</sub>などあらゆるものに適用できる。

## 【0014】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の照明光学装置によれば、反射防止膜やダイ入りレジストを用いずに、基板からの反射光を著しくかつ簡便に低減できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例である照明光学装置に用いられる空間フィルタの第1の例を示す図。

【図2】直入射照明と斜入射照明による回折光の進行方向を示す図。

【図3】斜入射照明における2次光源の形状と偏光方向を示す図。

【図4】遮光部および透明部よりなるマスク。

【図5】P偏光による斜入射照明をした場合のレジスト内電場強度分布図。

【図6】S偏光による斜入射照明をした場合のレジスト内電場強度分布図。

【図7】反射光の偏光依存性を示す図。

【図8】本発明の第1の実施例である照明光学装置を説明するための図。

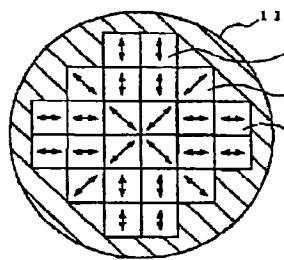
【図9】本発明の第1の実施例である照明光学装置に用いられる空間フィルタの第2の例を示す図。

【図10】本発明の第2の実施例である照明光学装置を説明するための図。

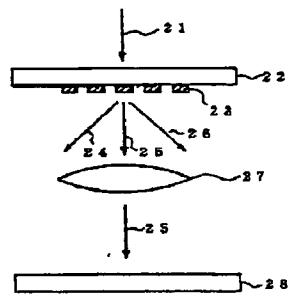
## 【符号の説明】

- |             |                |
|-------------|----------------|
| 11          | 空間フィルタ         |
| 12、13、14    | $1/2\lambda$ 板 |
| 21          | 直入射照明光         |
| 22          | ガラス基板          |
| 23          | 遮光部            |
| 24          | -1次光           |
| 25          | 0次光            |
| 26          | +1次光           |
| 27          | 投影光学系          |
| 28          | ウェファ           |
| 29          | 斜入射照明光         |
| 30          | 2次光源           |
| 31、32       | 開口部            |
| 41          | 透明部            |
| 51          | 電場強度分布         |
| 52          | レジスト膜          |
| 53          | Si基板           |
| 81          | レーザ光源          |
| 82          | コリメータレンズ       |
| 83          | フライアイレンズ       |
| 84          | コンデンサレンズ       |
| 85          | マスク            |
| 91          | 空間フィルタ         |
| 92、93、94、95 | $1/2\lambda$ 板 |
| 101         | 偏光回転素子         |
| 102         | 偏光回転制御部        |
| 103、105     | 反射鏡            |
| 104、106     | 回転機構           |

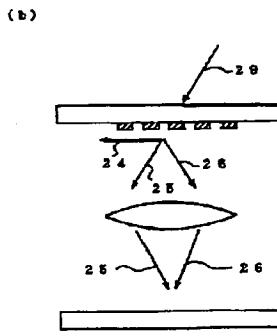
【図1】



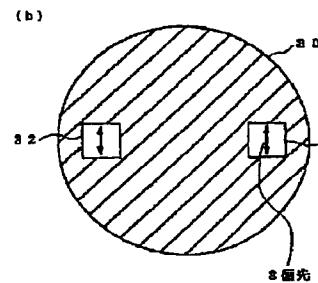
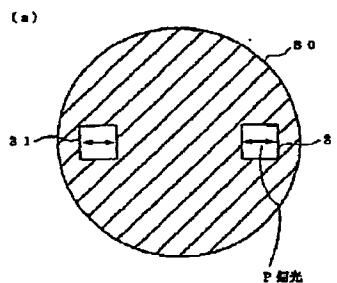
(a)



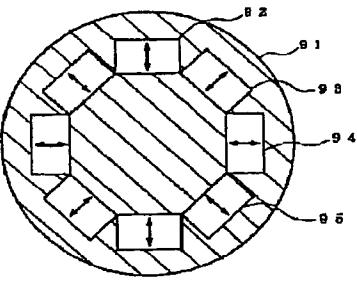
【図2】



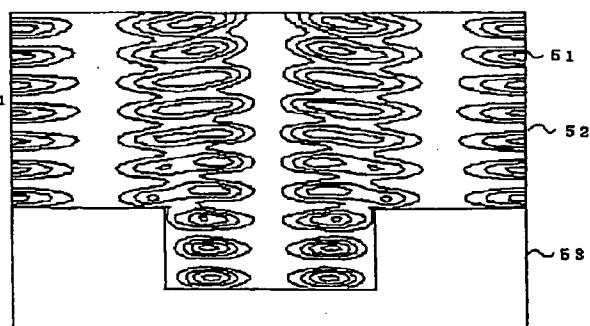
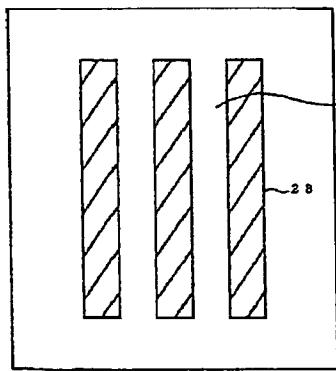
【図3】



【図9】



【図4】

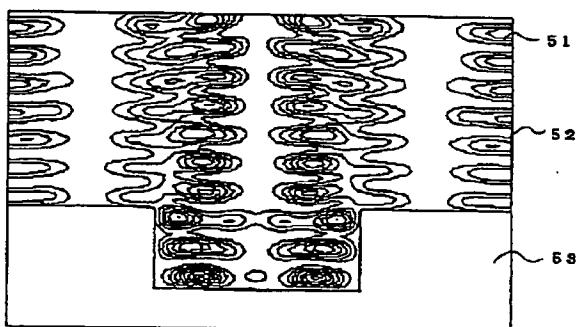


【図5】

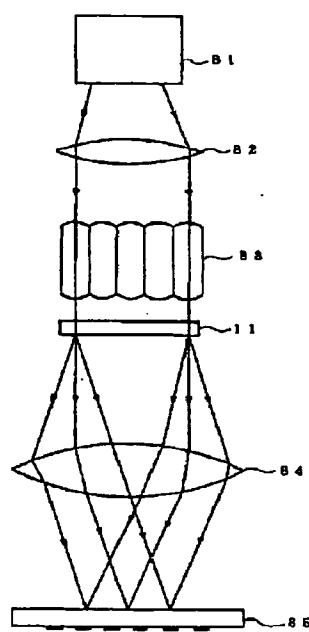
(5)

特開平7-307268

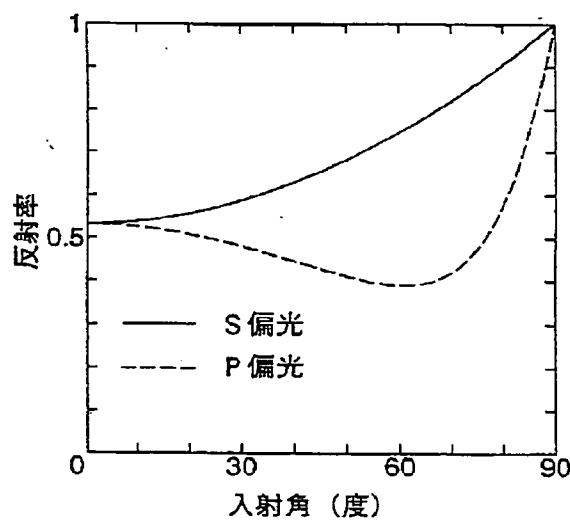
【図6】



【図8】



【図7】



【図10】

